第30卷 第2期 昆 虫 学 报 Vol. 30, No. 2
1987 年 5 月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA May, 1987

白纹伊蚊幼虫龄期的发育历期

钟作良 何桂铭
(中山医科大学寄生虫学教研室)

摘要 在实验室内 20±1℃, 23±1℃, 25±1℃, 28±1℃ 和 30±1℃ 恒温条件下，观察了白纹伊蚊(*Aedes albopictus*)幼虫(广州株)的发育历期。幼虫的总发育历期和各龄幼虫的发育历期随温度的上升而缩短，各龄幼虫历期在总发育历期中占有恒定的百分比，据此计算出其捕获机率。各龄幼虫的发育历期与温度呈直线回归关系。通过积温公式，求出各龄幼虫的积温常数。此外还探索了营养对幼虫发育历期的影响，从而影响各龄幼虫捕获机率的计算。

关键词 白纹伊蚊幼虫 发育历期 积温

蚊虫幼虫的种群生命表和存活率研究的发展 (Southwood 等 1972; Service, 1973)，推动了幼虫生态学工作深入到幼虫龄期的研究。过去有关白纹伊蚊 (*Aedes albopictus*) 幼虫发育历期，多是整个幼虫期发育历期的观察，而对龄期的观察资料不多，也不敷在幼虫种群动力学的应用。本文的目的是为了作为研究白纹伊蚊种群存活率的基本资料，同时探索温度、积温和营养等与白纹伊蚊各龄幼虫(包括蛹期——下同)发育历期的关系，使对幼虫期发育的规律性有进一步的了解。

材料及方法

一、白纹伊蚊株 本文实验用广州株(崔可伦, 1982)。成蚊用兔血及 10% 葡萄糖液喂养，在蚊笼产卵。将刚产的蚊卵在湿润的滤纸上，25—28℃ 孵育 4 天，然后放水中同步孵出幼虫供实验观察用。

二、幼虫饲养 在恒温下分五个组观察，即 20±1℃, 23±1℃, 25±1℃, 28±1℃ 和 30±1℃。光周期每天光照 14 小时。用去氯自来水 250ml，在直径 15cm 的白瓷碗内，饲养幼虫 100 条，每天给予饲料 (兔肝粉 30%，酵母粉 70%) 200mg，每天定时清除多余饲料。每个温度观察 10 批以上的幼虫。为了观察营养对各龄幼虫历期的影响。取幼虫分 7 批饲养，每批 100 条，其中一批作为对照，每天给予饲料 200mg；其余 6 批分三组，每组分别给予饲料 50mg, 25mg 和 12.5mg。每天定时换水，以清除多余饲料，每组重复两次。温度均为 25—28℃，其他条件与上述相同。

三、幼虫龄期的测定 每 8 小时观察一次，将幼虫皮捞出，测定头壳的眼间距作为判断幼虫龄期的标准 (Reisen, 1979)，同时将死亡的幼虫捞出，记录幼虫皮数目及死亡幼虫数目。

四、蛹的死亡率 蛹化后，分别按羽化的成蚊雌雄记录。蛹期的死亡率标准，是根据

本文于 1985 年 2 月收到。
本文蒙陆宝麟教授提供参考文献，谨此致谢。

死亡的蛹或不能完成羽化而死亡的，均列为蛹的死亡数，计算死亡率。

结果及讨论

一、白纹伊蚊各龄幼虫的历期 表1所列为不同温度下各龄幼虫的发育历期。由表1可粗略地看出，幼虫的总发育历期以及各龄幼虫的发育历期均随着温度的上升而缩短。

表1 白纹伊蚊各龄幼虫发育历期（小时）

温度(℃)		20	23	25	28	30
各龄幼虫发育历期（小时）	I	59.34	47.13	39.97	30.67	28.17
	II	39.06	30.56	29.06	21.00	18.88
	III	49.82	32.83	30.15	26.89	23.82
	IV	104.76	71.57	65.22	64.03	53.00
	蛹	87.69	65.74	55.69	50.47	43.59
总发育历期		340.67	247.83	220.09	193.06	167.46

二、各龄幼虫历期占总发育历期的百分率 按照 Reisen (1982) 的方法，同一龄期幼虫的历期所占的百分率，在五个温度虽有一定的波动范围，但经统计学的 x^2 测验，均无显著性差异(见表2)。虽然每龄幼虫的历期随温度而变化，如表1，但其所占总发育历期的百分率并不随温度而变化，而似乎有一定规律的恒定百分率。Reisen (1982) 观察库态按蚊 (*Anopheles culicifacies*) 幼虫龄期发育时，并没有总结出这个规律。每个龄期幼虫的百分率，可以代表20—30℃范围内各龄幼虫历期的百分率常数，用于计算白纹伊蚊幼虫在自然界孳生地的捕获机率 (probability of capture) (Service, 1973)，如表2，用于校正捕获各龄幼虫的数目，绘制直方图，编制生命表，分析幼虫种群动力学的存活率。

表2 白纹伊蚊各龄幼虫占总发育历期的百分率及捕获机率

温度(℃)		%					x^2 测验	平均%±SD	捕获机率
		20	23	25	28	30			
各龄期幼虫	I	17.42	19.02	18.16	15.89	16.82	P>0.90	17.46±1.08	1.476
	II	11.47	12.32	13.20	10.88	11.27	P>0.90	11.83±0.83	1.000
	III	14.62	13.25	13.70	13.93	14.23	P>0.90	13.94±0.46	1.178
	IV	30.75	28.88	29.63	33.17	31.65	P>0.90	30.82±1.51	2.605
	蛹	25.74	26.53	25.31	26.13	26.03	P>0.90	25.95±0.41	2.194

本文采用幼虫皮头囊眼间距来判别龄期，较肉眼观察活的幼虫准确，在方法上减少误差，从而避免了计算幼虫龄期历期的误差。从表2的百分率平均值的标准误 (SD)，以IV龄幼虫最大 (SD = 1.51)，可能是IV龄幼虫的雄虫和雌虫的发育历期有差异造成的（崔可伦，1981），而1龄幼虫的标准误也较大 (SD = 1.08)，可能是卵孵育4天，幼虫孵出时间并不完全一致有关。

三、各龄幼虫历期与温度的关系 幼虫历期是随温度上升而缩短，用直线回归统计所得的方程式，其回归系数均有显著性，提示不但总发育历期，而且每龄幼虫历期与温度

(20—30℃范围)是直线回归关系(图 1)。因此，可用图 1 的直线回归方程，计算出每龄幼虫在不同温度的历期，似乎更能代表各龄幼虫的历期。从而在自然界已知平均气温的情况下，可以应用这些方程式，估计总发育历期以及各龄幼虫的历期，用于分析孳生地幼虫的种群变动。

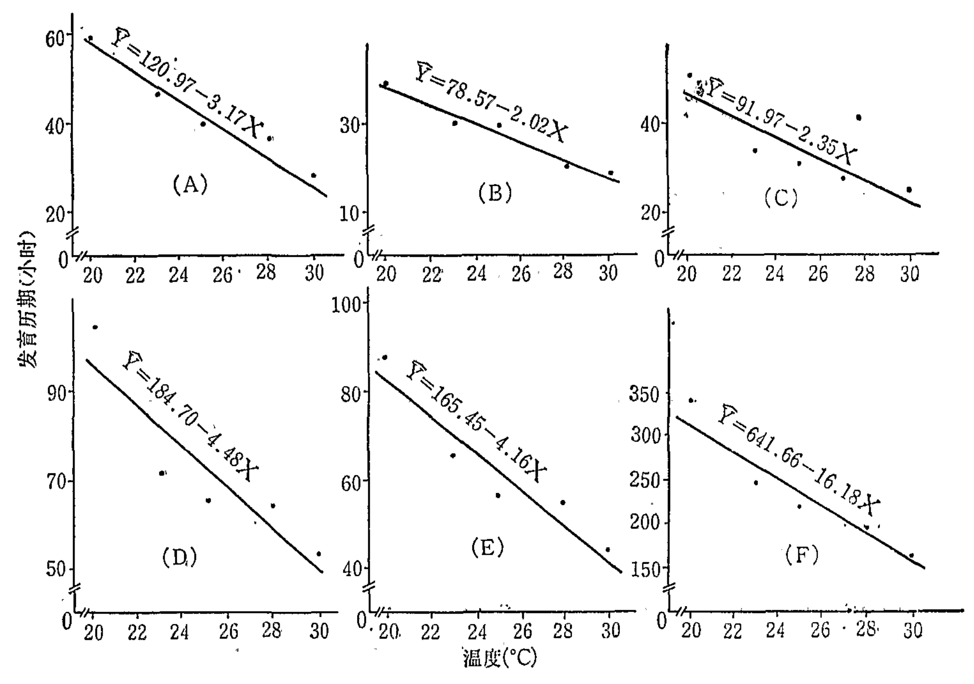


图 1　白纹伊蚊幼虫发育历期与温度的直线回归关系

A. I 龄幼虫 $\hat{Y}=120.97-3.17X$　　B. II 龄幼虫 $\hat{Y}=78.57-2.02X$
C. III 龄幼虫 $\hat{Y}=91.97-2.35X$　　D. IV 龄幼虫 $\hat{Y}=184.70-4.48X$
E. 蛹期 $\hat{Y}=165.45-4.16X$　　F. 总发育期 $\hat{Y}=641.66-16.18X$

四、幼虫龄期的发育积温常数　如以 10℃ 为幼虫发育的临界温度 (Matsuzawa & Kitahara, 1966)，按积温公式 $t(T-C)=K$，t 为历期(小时)，T 为平均温度，C 为发育临界温度，K 为积温常数 (Clements, 1963)，用表1所列的各龄幼虫发育历期，计算出各龄幼虫的发育积温常数列于表 3。如用各龄幼虫历期与温度关系的直线回归方程计算出的发育历期，按积温公式求出的积温常数来核对，则两者的平均值是一致的。

表 3 所列同一龄期在不同温度计算出的各积温常数，理论上应是完全相同的，但实际

表 3　白纹伊蚊各龄幼虫发育积温常数(度—小时)

幼虫龄期		I	II	III	IV	蛹	总积温
温度(℃)	20	593.4	390.6	489.2	1047.6	876.9	3397.7
	23	612.7	397.3	426.8	930.4	854.6	3221.8
	25	599.6	435.9	452.3	978.3	835.4	3301.5
	28	552.1	378.0	484.0	1152.5	908.5	3475.1
	30	563.4	377.6	476.4	1060.0	871.8	3349.2
平均值		584.2	359.9	465.7	1033.8	869.4	3349.1

上稍有差别。Hurlbut (1943) 观察四斑按蚊幼虫的发育积温也有类似的差别，而是取其平均值作为积温常数。这可能是由于本文的实验温度在 $T\pm1$℃ 波动范围所产生的实验误差，以及幼虫的个体差异所致。各个温度的总积温常数也略有差别，可能是各龄幼虫发育临界温度略有不同，以及生理条件也略有差别所致。

表 3 所列各龄幼虫及总发育期的各个积温常数平均值，可用于实验中从已知温度，通过积温公式，预计历期的长短；或者在实验中要求某一数值的发育历期时，可以推算出需要何种温度。

五、营养对各龄幼虫发育历期的影响 营养是幼虫发育的重要因素，何桂铭等(1980)报道白纹伊蚊幼虫营养不足为影响雌虫生育力的因素之一。本文实验是减少饲料量，造成不同程度的营养不足，使各龄幼虫发育历期延长。如以每天幼虫饲料量 200mg 饲养幼虫，每龄幼虫发育历期为 1，则 50，25 和 12.5mg 组发育历期延长的倍数见表 4。用统计学处理 P 值的分析，只是 II 龄幼虫的 50mg 和 25mg 组，以及 IV 龄幼虫的 50mg 组和蛹的发育历期没有延长 ($P > 0.05$)，其余各组均因营养不足而发育历期延长，其中以 IV 龄最为明显，说明 IV 龄幼虫对营养缺乏最为敏感。由于不同程度的营养不足，致使各龄幼虫的历期发生变化，各龄幼虫历期占总发育期的百分率也发生变化，由此导致捕获机率的变化。从表 5 可见在各龄期中影响最大的是 IV 龄幼虫。对比表 2 和表 5 的有关数据，可以看出饲料不足影响各龄幼虫的发育历期，从而影响捕获机率。为此，在应用捕获机率校正孳生地各龄幼虫的数目时，必须考虑到这些因素，这将在另文发表。

六、本文对实验条件，比较注意温度和饲料量两个因素，因而在各个温度条件下，在营养充足时幼虫死亡率很接近，均在 10% 左右。每龄幼虫的死亡率与温度的关系，似无

表 4 营养不足使白纹伊蚊幼虫发育历期延长倍数

组别		50mg		25mg		12.5mg	
		延长倍数	P 值	延长倍数	P 值	延长倍数	P 值
幼虫龄期	I	1.09	P<0.001	1.12	P<0.001	1.25	P<0.001
	II	1.11	P>0.05	1.11	P>0.05	1.31	P<0.001
	III	1.06	P>0.05	1.31	P<0.001	2.17	P<0.001
	IV	1.31	P<0.001	2.13	P<0.001	2.81	P<0.001
	蛹	0.99	P>0.05	0.97	P>0.05	0.97	P>0.05

注：以 200 毫克的发育历期为 1；温度 25—28℃。

表 5 营养不足使白纹伊蚊幼虫捕获机率的改变

组别		50mg		25mg		12.5mg	
		%	捕获机率	%	捕获机率	%	捕获机率
幼虫龄期	I	14.84	1.202	12.30	1.235	10.77	1.168
	II	12.35	1.000	9.96	1.000	9.22	1.000
	III	15.97	1.293	15.93	1.599	20.61	2.235
	IV	32.75	2.652	42.92	4.309	44.57	4.834
	蛹	24.09	1.951	18.89	1.897	14.83	1.608

注：表中%为各龄幼虫发育历期占总发育历期的百分率；温度 25－28℃

规律性。但蛹的死亡率(占 4.5%)显然高于其他龄期，可能同本文所用判断蛹的死亡率的标准有关。从羽化的雌雄成蚊比例，统计学上无显著性差异 ($P > 0.05$)。表明上述条件，即 20—30℃，每天饲料量 200mg 是符合幼虫期发育需要的。

参　考　文　献

崔可伦 1982 广州地区白纹伊蚊的自育性。昆虫学报 **25**(3): 256—9。
崔可伦 1981 白纹伊蚊幼虫生长速度的实验观察。广东寄生虫学会年报 3: 165—7。
何桂铭等 1980 影响蚊虫生育力某些因素的观察。广东寄生虫学会年报 2: 85—8。
Clements, A. N. 1963 The physiology of mosquitoes. Pergamon Press.
Hurlbut, H. S. 1943 The rate of growth of *Anopheles quadrimaculatus* in relation to temperature. *J. Parasitol.* 29(2): 107—13.
Matsuzawa, H. & N. Kitahara, 1966 Some knowledge on the biology of *Aedes albopictus* Skuse. *Jap. J. San. Zool.* 17: 232—5.
Reisen, W. K. & T. F. Siddiqui 1979 Horizontal and vertical estimates of immature survivoship for *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae) in Pakistan. *J. Med. Entomol.* 16: 207—18.
Reisen, W. K. et al. 1982 *Anopheles culicifacies* (Diptera: Culicidae): Horizontal and vertical estimates of immature development and survivoship in rural Punjab Province, Pakistan. *J. Med. Entomol.* 19(4): 413—22.
Southwood, T. R. E. et al. 1972 Studies on the life budget of *Aedes aegypti,* in Wat Samphaya, Bangkok, Thailand. *Bull. Wld. Hlth. Orgn.* 46: 211—26.
Service, M. W. 1973 Mortalities of the larva of the *Anopheles gambiae* Giles complex and detection of predators by the precipitin test. *Bull. Ent. Res.* 62: 359—69.

THE DEVELOPMENTAL DURATIONS OF LARVAL INSTARS OF *AEDES ALBOPICTUS*

Zhong Zuo-liang　　He Gui-ming
(Department of Parasitology, Zhongshan University of Medical Sciences)

The developmental durations of larval instars and pupa of *Aedes albopictus* were observed under constant temperatures of 20°, 23°, 25°, 28° and 30°C. It is found that within this temperature range the duration of each instar prolongs with decrease of temperature in the relation of linear regression. The percentage of each instar occupying the total developmental duration remains constant under the different temperatures tested; they are 17.46%, 11.83%, 13.94%, 30.82% and 25.95% for the first to the fourth instar larvae and the pupa respectively, from which the probabilities of capture are derived. Shortage of food would greatly prolong the development, especially in the fourth instar. The thermal constants for the instars and the pupal stage are presented.

Key words　*Aedes alopictus* larvae——developmental duration——thermal constant